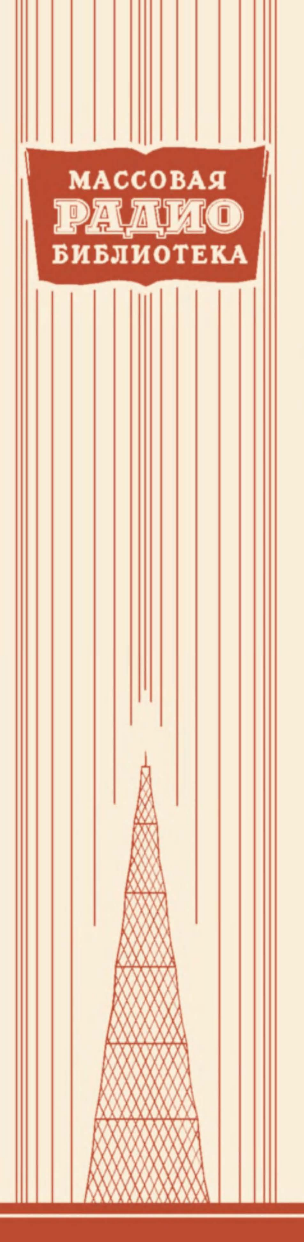
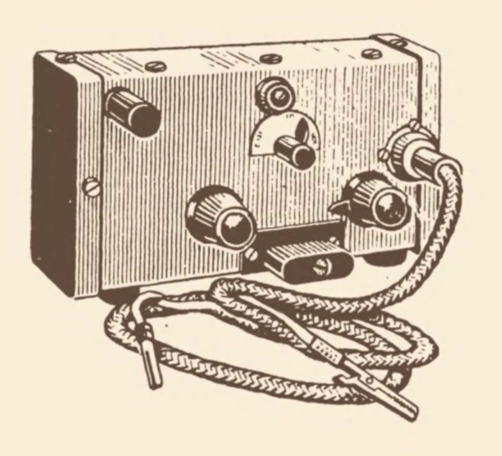


В. В. ЯКОВЛЕВ

УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1956

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 251

В. В. ЯКОВЛЕВ

УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1956 ЛЕНИНГРАД

В брошюре описаны простые самодельные измерительные приборы, предназначенные для налаживания УКВ приемников и передатчиков. В ней указана и методика налаживания.

Брошюра рассчитана на радиолюбителей, работающих в области УКВ и имеющих некоторый опыт в изготовлении радиоаппаратуры.

Автор *Валерий Владимирович Яковлев* — „Ультракоротковолновые измерительные приборы"

* * *

Редактор *Ф. И. Тарасов* Технич. редактор *И. М. Скворцов*

Сдано в набор 5/IV 1956 г. Подписано к печати 3/VII 1956 г.
Бумага 82×108 1/32 Объем 1,61 п. л. Уч.-изд. л. 1,8
Т-06861 Тираж 30 000 экз. Цена 75 коп. Заказ 1234

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

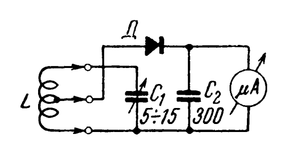
ГЛАВА ПЕРВАЯ

КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

УКВ РЕЗОНАНСНЫЙ ВОЛНОМЕР

Резонансный волномер предназначен для проверки частоты передатчика, сигнал-генератора и гетеродина приемника. Кроме того, он может быть использован как индикатор напряженности поля. Рабочий диапазон частоты волномера 28—100 *мггц*.

Схема. Принципиальная схема волномера приведена на фиг. 1. Резонансный волномер состоит из колебательного контура, настройка которого производится конденсатором переменной емкости C_1. Переход с одного поддиапазона на другой осуществляется путем смены катушек контуров L. К отводу катушки подключен германиевый диод *Д* типа ДГ-Ц1 (может быть заменен селиконовым детектором). Нагрузкой диода служит микроамперметр μA на 100 *мка*, шунтированный конденсатором C_2.



Фиг. 1. Принципиальная схема УКВ резонансного волномера.

Конструкция. Волномер можно собрать на угловом шасси, изготовленном из мягкой листовой стали толщиной 1,5 *мм*. На передней панели крепится конденсатор переменной емкости C_1, а на оси конденсатора — ручка с визиром. Позади этого конденсатора прикрепляется при помощи уголка фарфоровая восьмиштырьковая ламповая панелька, в которую вставляются сменные катушки контуров. Над конденсатором крепится пластина и на ней устанавливается микроамперметр.

Сменные катушки контуров помещают внутри восьмиштырьковых цоколей от сгоревших стеклянных ламп, дно

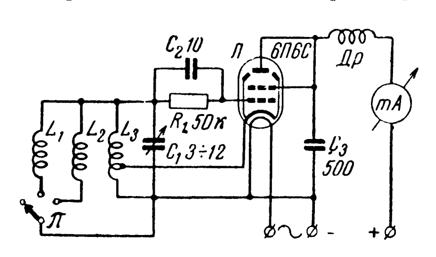
которых после этого заделывается органическим стеклом, эбонитом или гетинаксом. Расстояние между дном цоколя и последним витком катушки рекомендуется делать минимальным. Таких сменных катушек должно быть три. На каждой из них делается надпись поддиапазона частот. Данные катушек волномера приведены в табл. 1.

Таблица 1

Поддиапазоны, *мггц*	Диаметр катушки, *мм*	Ширина намотки, *мм*	Число витков	Провод	Индуктивность, *мкгн*
28—45	10	7,5	18	ПЭЛШО 0,35	2,25
42—64	10	3,5	10	ПЭЛШО 0,35	1,0
62—100	10	2,5	6	ПЭЛШО 0,35	0,45

Отвод у всех катушек делается от середины обмотки

Градуировка. Градуировать волномер можно при помощи точно отградуированного приемника или двухпроводной измерительной линии. Предварительно необходимо собрать вспомогательный генератор, принципиальная схема которого приведена на фиг. 2.



Фиг. 2. Принципиальная схема вспомогательного генератора.

Генератор выполнен на лампе *Л* типа 6П6С по схеме с катодной обратной связью. Для контроля анодного тока лампы включен миллиамперметр *mA* на 100 *мка*. Рабочий диапазон частот генератора (26—105 *мггц*) разделен на три поддиапазона, переключение которых осуществляется переключателем *П*, путем подключения параллельно основной катушки L_1 катушек L_2 и L_3.

Все катушки генератора бескаркасные. Катушку L_1 нужно смонтировать непосредственно на конденсаторе C_1, а катушки L_2 и L_3 — на переключателе *П*. Данные катушек генератора приведены в табл. 2.

Перед градуировкой на переднюю панель волномера накладывают вспомогательную шкалу, размеченную транспортиром. Затем волномер подносят к вспомогательному генератору и, вращая конденсатор C_1, добиваются резо-

Таблица 2

Катушки	Поддиапазоны, *мгги*	Диаметр катушки, *мм*	Ширина намотки, *мм*	Число витков	Провод	Индуктивность, *мкгн*	Общая индуктивность, *мкгн*
L_1	26—44	20	15	12	ПЭЛ 0,8	2,2	2,2
L_2	41—65	20	12	9	ПЭЛ 0,8	1,6	0,95
L_3	63—105	20	10	5	ПЭЛ 0,8	0,5	0,4

Отвод у катушки L_1 делается от 9-го витка.

нанса. После этого приемником проверяют частоту генератора. Таким способом намечают по 10—15 точек на каждом поддиапазоне и по ним строят график. На основании графика затем градуировочные отметки наносятся на шкалы волномера.

Для градуировки посредством двухпроводной измерительной линии последнюю делают из двух медных проводов диаметром 1—2 *мм*, расположенных на расстоянии 4—8 *см* друг от друга. Длина их должна быть более измеряемой длины волны в 1,5—2 раза. На одном конце линии делается виток связи, через который в линию подается энергия от вспомогательного генератора. Линию следует установить на расстоянии не менее 1 *м* от пола и стен. Вдоль линии перемещается короткозамыкающая перемычка, в разрыв которой включен индикатор. В качестве него можно использовать лампочку от карманного фонаря на 2,5 *в* и 0,075 *а*.

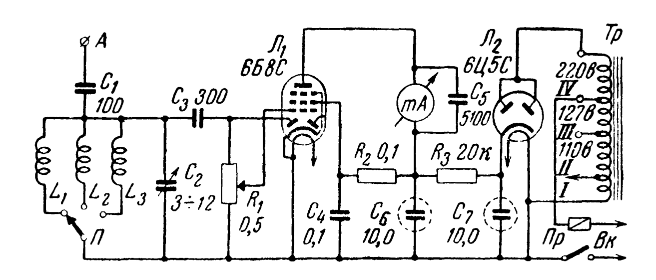
Волномер связывают с генератором и добиваются резонанса по стрелочному индикатору. После этого генератор, не изменяя частоты его настройки, связывают с измерительной линией. Расстояние между витком связи линии и контуром генератора подбирается так, чтобы в пучностях напряжения лампочка горела не полным накалом. Передвигая перемычку вдоль линии, отмечают те положения, при которых лампочка светится наиболее ярко. Расстояние между двумя соседними положениями максимального свечения индикаторной лампочки будет равно половине длины волны. Следует отметить, что очень сильная связь генератора с линией может изменить его частоту.

В качестве индикатора настройки может служить также миллиамперметр *mA* в анодной цепи лампы *Л* вспомогательного генератора. В этом случае вдоль линии перемещается только короткозамыкающая перемычка.

РЕЗОНАНСНЫЙ ВОЛНОМЕР С УСИЛИТЕЛЕМ

Этот прибор имеет более высокую чувствительность, чем предыдущий. Его принципиальная схема приведена на фиг. 3.

Диодная часть лампы $Л_1$ используется как детектор, а пентодная — как усилитель. Частота контура изменяется конденсатором переменной емкости C_2. Переключатель поддиапазонов $П$ подключает к контуру одну из трех катушек



Фиг. 3. Принципиальная схема резонансного волномера с усилителем.

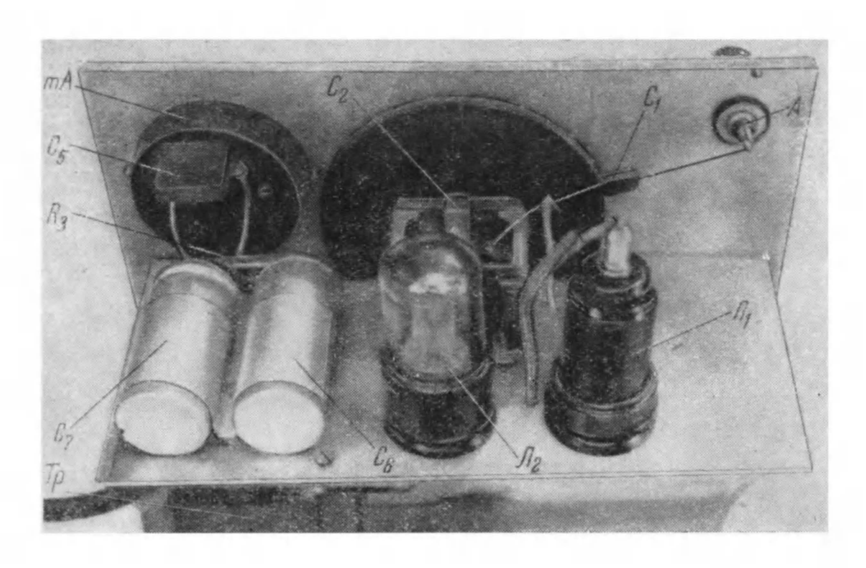
(L_1, L_2 или L_3). Все эти катушки бескаркасные и монтируются непосредственно на переключателе диапазонов. Данные их приведены в табл. 3.

Таблица 3

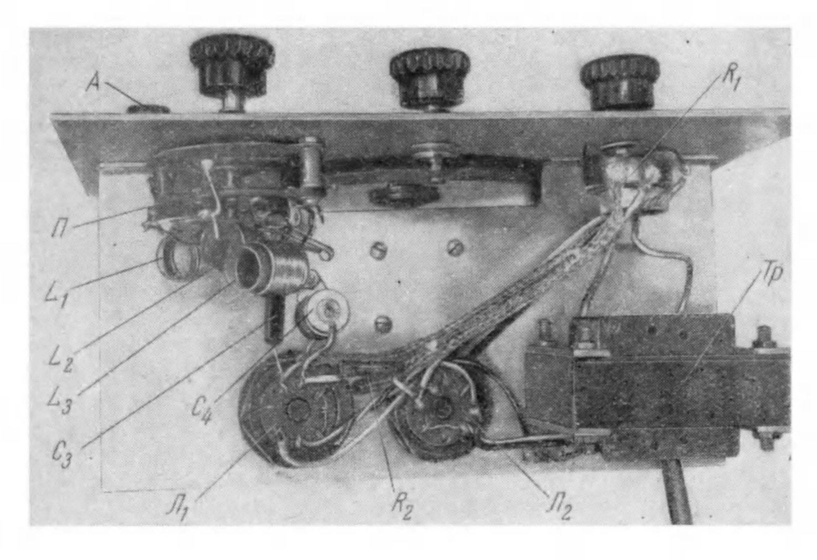
Катушки	Поддиапазоны, *мггц*	Диаметр катушки, *мм*	Ширина намотки, *мм*	Число витков	Провод	Индуктивность, *мкгн*
L_1	28—46	15	7	15	ПЭЛШО 0,35	2,3
L_2	42—66	15	5	9,5	ПЭЛШО 0,35	1,2
L_3	61—100	15	3	5	ПЭЛШО 0,35	0,5

Нагрузкой детектора служит потенциометр R_1, позволяющий установить нужную чувствительность волномера. Для контроля анодного тока лампы $Л_1$ включен миллиамперметр *mA* на 1 *ма*.

Выпрямитель с кенотроном $Л_2$ выполнен по однополупериодной схеме. Конденсаторы C_6C_7 и сопротивление R_3 составляют фильтр выпрямителя.



Фиг. 4. Расположение деталей и монтаж волномера на шасси.



Фиг. 5. Расположение деталей и монтаж волномера в подвале шасси.

Автотрансформатор *Тр* собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 *мм*. Секция *I* его обмотки состоит из 66 витков провода ПЭЛ 0,8, секция *II* — из 1 210 витков ПЭЛ 0,3, секция *III* — из 187 витков ПЭЛ 0,3 и секция *IV* — из 1 023 витка ПЭЛ 0,2.

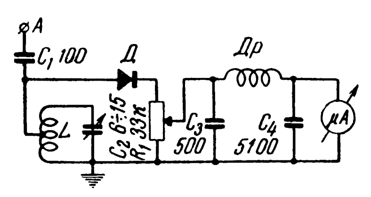
Волномер смонтирован на угловом шасси, изготовленном из мягкой листовой стали толщиной 1,5 *мм*. Передняя панель имеет размеры 220 × 150 *мм*, а горизонтальная часть шасси 200 × 110 *мм*. Он помещен в металлический кожух. Расположение деталей волномера и его монтаж видны на фиг. 4 и 5.

При налаживании волномера следует проверить монтаж, режим ламп и полярность подключения миллиамперметра.

Градуировать волномер можно при помощи точно отградуированного приемника или двухпроводной измерительной линии.

ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ

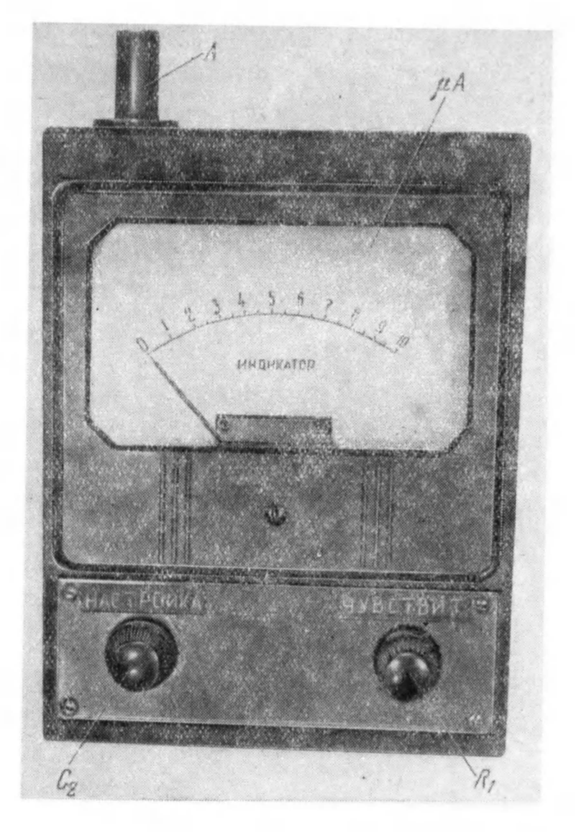
При налаживании УКВ антенных устройств возникает необходимость в индикаторе напряженности поля. Такой прибор позволяет снять диаграмму направленности антенного устройства, настроить цепь антенны передатчика, подобрать наивыгоднейшую длину штыревой антенны для передвижки, а также индуктивность удлинительной катушки при заданном размере штыревой антенны. В качестве индикатора напряженности поля может быть использован простейший приемник с полупроводниковым детектором и стрелочным прибором на его выходе.



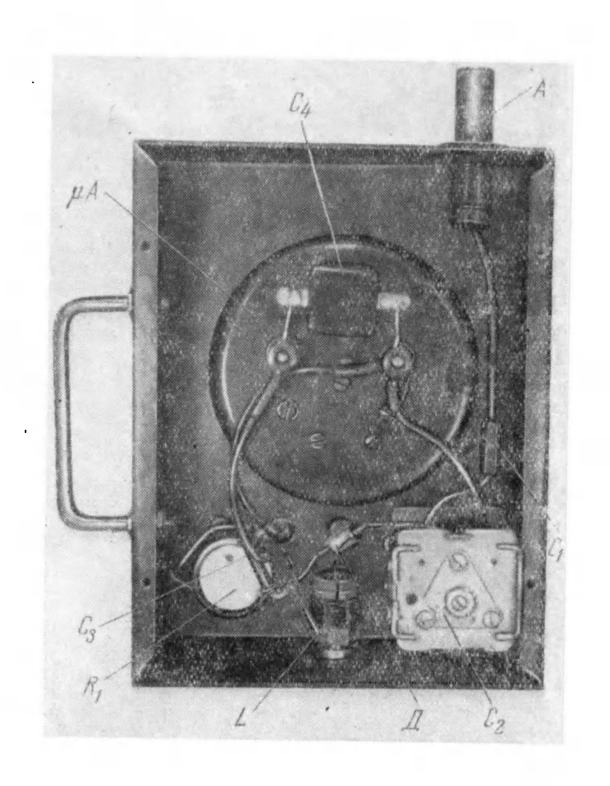
Фиг. 6. Принципиальная схема индикатора напряженности поля.

Схема. Принципиальная схема индикатора приведена на фиг. 6. Контур индикатора LC_2 настраивается конденсатором переменной емкости C_2. При индуктивности катушки L в 2,2 *мкгн* рабочий диапазон частот индикатора составляет 28—49 *мггц*. Если требуется изменить этот диапазон, то следует поставить в контур другую катушку. Напряжение высокой частоты выпрямляется германиевым диодом *Д* типа ДГ-Ц1 и с потенциометра R_1 через дроссель высокой частоты *Др* подается на микроамперметр μ *А* (300 *мка*).

Конструкция. Прибор смонтирован в ящике (160×120×



Фиг. 7. Внешний вид индикатора напряженности поля.



Фиг. 8. Расположение деталей и монтаж индикатора напряженности поля.

×50 *мм*), изготовленном из мягкой листовой стали толщиной 1 *мм*. Для удобства пользования индикатором ящик снабжен ручкой. В верхней части ящика помещен микроамперметр, шкала которого разделена на 10 равных частей. Под прибором крепятся конденсатор переменной емкости C_2 и переменное сопротивление R_1. На верхней стенке ящика имеется гнездо *А* для штыревой антенны (высота антенны 350 *мм*). Внешний вид прибора показан на фиг. 7, а его монтаж — на фиг. 8.

Налаживание индикатора сводится к подбору индуктивности катушки *L* по УКВ сигнал-генератору или по передатчику. Если рабочий диапазон частот устанавливается по сигнал-генератору, то антенну индикатора подключают к выходу генератора через конденсатор в 20—30 *пф*. Затем подбором индуктивности катушки *L* добиваются нужного диапазона частот так, чтобы частота генератора находилась в середине рабочего диапазона частот индикатора.

Используя для налаживания передатчик, индикатор слабо связывают с антенной передатчика и добиваются наибольшего отклонения стрелки микроамперметра путем изменения настройки контура конденсатором C_2 или изменением индуктивности катушки *L*.

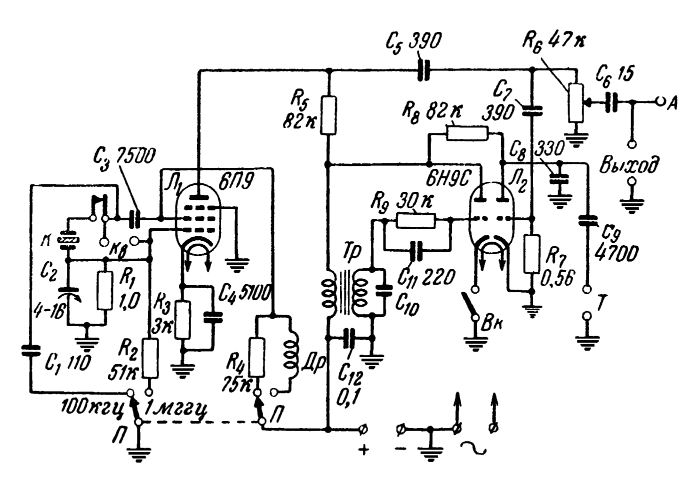
КВАРЦЕВЫЙ КАЛИБРАТОР

Прибор предназначен для градуировки КВ и УКВ приемников и передатчиков, работающих в диапазоне частот 100 *кгц* — 100 *мггц*.

Схема. Принципиальная схема калибратора приведена на фиг. 9. При градуировке передающих устройств и генераторов колебания высокой частоты от кварцевого генератора и от градуируемого устройства подаются на детекторную лампу калибратора. Напряжение частоты биений между ними детектируется и поступает на головные телефоны *Т*. При градуировке приемных устройств калибратор используется как кварцевый генератор.

Лампа $Л_1$ работает в схеме кварцевого генератора. Кварцевая пластина *К* (от калибратора типа КК) дает колебания двух основных частот: 100 *кгц* (колебания по длине) и 1 *мггц* (колебания по толщине). Переход с одной частоты на другую осуществляется переключателем *П*. В калибраторе предусмотрено также включение внешнего кварца в гнезда *Кв*, контактная пара которых отключает при этом основной кварц *К*.

Напряжение высокой частоты из анодной цепи лампы $Л_1$ через конденсаторы C_5 и C_7 поступает на сетку правого (по схеме) триода лампы $Л_2$, работающего в режиме сеточного детектирования. Кроме того, оно (через конденсатор C_5) подается на потенциометр R_6 и поступает затем на гнездо *А* штыревого излучателя и на штепсельный разъем (выход),



Фиг. 9. Принципиальная схема кварцевого калибратора.

служащий для подключения выходного кабеля калибратора.

Левый триод лампы $Л_2$ используется в генераторе звуковой частоты, предназначенном для модуляции кварцевого генератора. Частота модуляции (400 *гц*) устанавливается путем подбора емкости конденсатора C_{10}. Для выключения модулятора служит выключатель *Вк*.

Калибратор подключается к внешнему источнику питания посредством кабеля. Для питания калибратора необходимо анодное напряжение 250 *в*.

Детали. Дроссель *Др* намотан на картонном каркасе диаметром 10 *мм*. Его обмотка состоит из четырех секций по 200 витков провода ПЭЛШО 0,1 в каждой. В звуковом генераторе можно использовать любой междуламповый трансформатор *Тр* с коэффициентом трансформации 1 : 2 или 1 : 3. Штыревой излучатель длиной 200 *мм* изготовляется из 5—6-*мм* латуни.

Конструкция. Калибратор смонтирован в коробчатом шасси (200 × 100 × 40 *мм*), изготовленном из мягкой стали толщиной 1,5 *мм*. На верхней крышке шасси размещены лампы, трансформатор звукового генератора, автоматические гнезда внешнего кварца и гнездо штыревого излучателя. На переднюю панель прибора выведены ось потенциометра R_6, гнезда головных телефонов *Т*, штепсельный разъем выходного кабеля калибратора, переключатель *П* и выключатель *Вк*.

Налаживание начинают с проверки работы кварцевого генератора. Для этого переключатель *П* устанавливают в положение «1 *мггц*» и включают модулятор. Калибратор при помощи куска провода, вставленного в гнездо *А*, связывают с каким-либо КВ или УКВ приемником, который должен принимать промодулированные частотой 400 *гц* гармоники кварцевого генератора через интервалы в 1 *мггц*. Если калибратор не возбуждается на частоте 1 *мггц*, то следует изменить емкость конденсатора C_2.

Затем, установив переключатель *П* в положение «100 *кгц*» и подключив провод связи непосредственно к зажиму «Антенна» приемника, проверяют работу калибратора на этой частоте. Если кварц не возбуждается или его гармоники малы по амплитуде, то нужно подобрать емкость конденсатора C_1.

При налаживании звукового генератора нужно в гнезда *Т* вставить головные телефоны, а выключатель *Вк* перевести в рабочее положение. В телефонах при этом должен прослушиваться звук низкой частоты. При отсутствии в телефонах звука необходимо переключить концы в одной из обмоток трансформатора *Тр* и подбором емкости конденсатора C_{10} добиться нужной частоты модуляции (400 *гц*). Глубина модуляции устанавливается подбором сопротивления R_9.

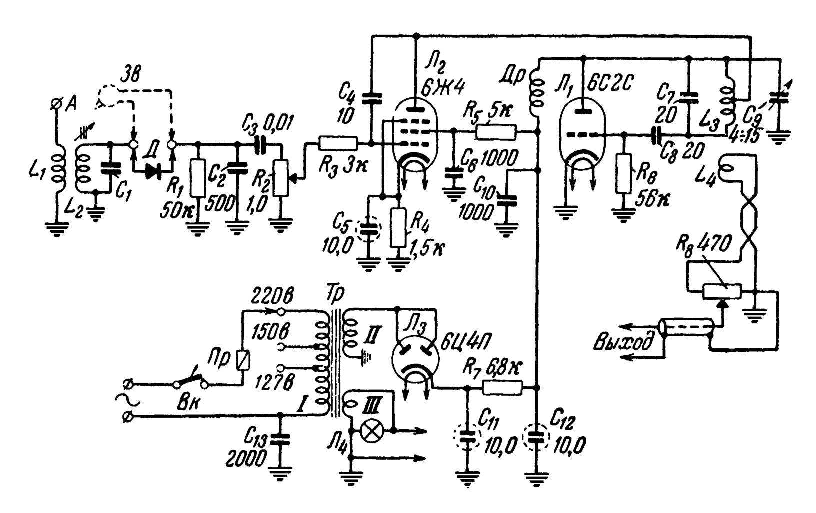
ПРОСТОЙ УКВ ЧМ ГЕНЕРАТОР

Прибор состоит из генератора высокой частоты, реактивной лампы, детекторного приемника и выпрямителя. Средняя частота генератора 56,25±0,5 *мггц*, девиация частоты ±75 *кгц*. Путем смены катушки контура генератор можно перестроить и на другие частоты.

Схема. Принципиальная схема генератора приведена на фиг. 10. В высокочастотном генераторе работает лампа $Л_1$.

Колебательный контур его состоит из катушки L_3 и конденсаторов C_7 и C_9. Конденсатор переменной емкости C_9 позволяет изменять частоту генератора на ± 500 *кгц*. Колебания высокой частоты при помощи катушки L_4 подаются через регулятор выходного напряжения R_8 на выход генератора.

Частотная модуляция осуществляется реактивной лампой $Л_2$, анод которой соединен со средним витком катуш-



Фиг. 10. Принципиальная схема УКВ ЧМ генератора.

ки L_3. При подаче на управляющую сетку этой лампы переменного напряжения звуковой частоты средняя крутизна лампы будет меняться, а вместе с тем будет изменяться и емкостное сопротивление лампы, что вызовет изменение генерируемых колебаний по частоте.

Напряжение звуковой частоты можно получить от детекторного приемника, смонтированного в генераторе, или от проигрывателя со звукоснимателем *Зв*. Потенциометром R_2 устанавливается нужная девиация частоты. Для получения девиации частоты ± 75 *кгц* напряжение звуковой частоты, подаваемое на управляющую сетку лампы $Л_2$, должно быть около 0,2 *в*.

Выпрямитель с кенотроном $Л_3$ собран по однополупериодной схеме. Конденсаторы C_{11}, C_{12} и сопротивление R_7 составляют фильтр выпрямителя.

Детали. Катушки генератора L_3 и L_4 бескаркасные. Катушка L_3 (0,5 *мкгн*) диаметром 14 и длиной 21 *мм* состоит из девяти витков провода ПЭЛ 1,45, а катушка связи L_4 имеет один виток провода ПЭЛ 0,75.

Конденсатор C_9 сделан из воздушного подстроечного конденсатора и имеет две неподвижные пластины и одну подвижную. Дроссель высокой частоты *Др* намотан на сопротивлении ВС-0,5 (1 *мгом*) и содержит 160 витков провода ПЭЛ 0,1.

Катушки L_1 и L_2 можно взять от радиовещательного приемника. Грубая настройка на местную радиовещательную станцию осуществляется подбором конденсатора C_1, а точная настройка — карбонильным сердечником катушки L_2.

Силовой трансформатор собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 *мм*. Обмотка *I* состоит из 1 270 + 230 + 700 витков провода ПЭЛ 0,25, обмотка *II* — из 1 500 витков ПЭЛ 0,1 и обмотка *III* — из 65 витков ПЭЛ 0,8.

Конструкция. Генератор смонтирован в коробчатом шасси размерами 185 × 95 × 65 *мм*. Силовая часть генератора отделена от высокочастотной экраном.

На передней панели размещены конденсатор подстройки генератора C_9, потенциометр R_2, регулятор выходного напряжения R_8, селиконовый детектор *Д*, зажим *А* и выходной разъем генератора *«Выход»*.

Катушка L_3 крепится на конденсаторе C_9, а связанная с ней катушка L_4 — на потенциометре R_8. Лампы помещены внутри коробчатого шасси.

Налаживание. Вначале подгоняется частота высокочастотного генератора резонансным волномером путем раздвижения витков катушки L_3 (или изменением числа ее витков). В это время потенциометр R_2 должен быть введен (на сетку лампы $Л_2$ не должно подаваться напряжение звуковой частоты), а подстроечный конденсатор C_9 установлен в среднее положение. Затем подбирается связь между катушками L_3 и L_4. Для этого к выходному кабелю генератора подключают ламповый вольтметр ВКС-7 и при полностью введенном потенциометре R_8 устанавливают (путем изменения расстояния между катушками) выходное напряжение 0,1—0,2 *в*.

После настройки контура детекторного приемника на частоту местной радиовещательной станции проверяют (ламповым вольтметром) напряжение на потенциометре R_2. Оно должно быть не менее 0,2 *в*.

УКВ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

Постройка УКВ сигнал-генератора связана с трудностью изготовления аттенюатора (устройства для изменения напряжения на выходе). Аттенюатор из сопротивлений недостаточно точно работает на частотах свыше 30 *мггц* даже при тщательном его изготовлении и хорошей экранировке. Сделать же аттенюатор, подобный, например, аттенюатору генератора типа СГ-1 в любительских условиях очень трудно.

Описываемый УКВ сигнал-генератор имеет предельный емкостный аттенюатор упрощенной конструкции. Он хорошо работает на частотах УКВ диапазона и, кроме того, не требует после изготовления дополнительной градуировки выходного напряжения эталонным генератором, так как его градуировка может быть с достаточной точностью рассчитана.

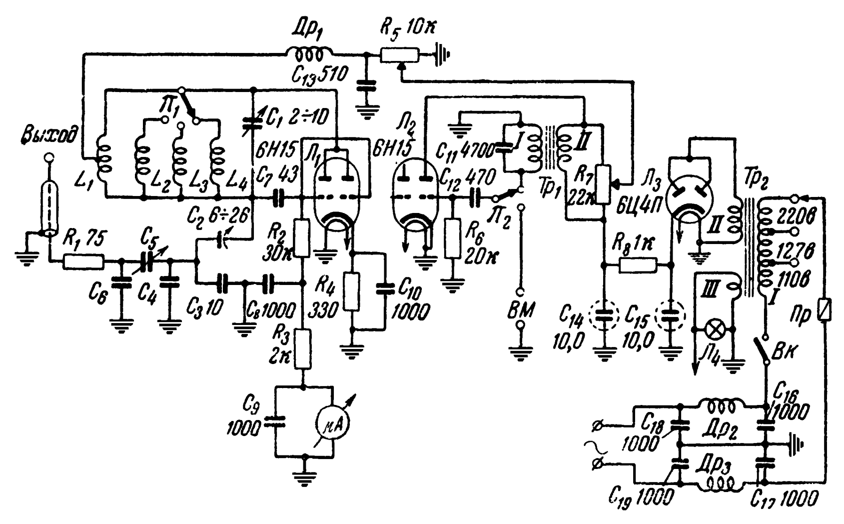
Сигнал-генератор работает в диапазоне частот 30—100 *мггц*. Этот диапазон разделен на четыре поддиапазона: 29—41 *мггц*; 39—54 *мггц*; 52—74 *мггц*; 71—101 *мггц*. Аттенюатор позволяет менять выходное напряжение генератора от 0,5 *в* до 50 *мкв*.

Схема. Принципиальная схема УКВ сигнал-генератора приведена на фиг. 11. Прибор состоит из высокочастотного генератора, модулятора, аттенюатора и выпрямителя.

В генераторе высокой частоты работает лампа $Л_1$. Переключение поддиапазонов осуществляется переключателем $П_1$, который подключает к основной катушке контура L_1 катушки L_2, L_3 или L_4. Напряжение высокой частоты на контуре L_1C_1 регулируется путем изменения анодного напряжения лампы $Л_1$ потенциометром R_5. Оно контролируется микроамперметром μA (на 500 *мка*), измеряющим сеточный ток лампы, который пропорционален напряжению высокой частоты на контуре L_1C_1. Сопротивление R_3 и конденсаторы C_8 и C_9 составляют фильтр в цепи сетки генераторной лампы. Напряжение смещения для нее снимается с сопротивления R_4.

Высокочастотное напряжение генератора подается на емкостный делитель C_2 — C_3, а отсюда часть его — на вход аттенюатора (конденсатор C_4). Подстроечным конденсатором C_2 устанавливается начальный уровень этого напряжения. Далее это напряжение с конденсатора C_6 (через сопротивление R_1 и высокочастотный кабель) поступает на выход генератора.

Внутренний модулятор (генератор низкой частоты) с одним из триодов лампы $Л_2$ (другой триод не используется) собран по схеме с трансформаторной обратной связью на



Фиг. 11. Принципиальная схема УКВ сигнал-генератора.

трансформаторе $Тр_1$. Частота модуляции (400 *гц*) подбирается конденсатором C_{11}, а ее глубина устанавливается потенциометром R_7. Переход с внешней модуляции (гнезда *ВМ*) на внутреннюю производится при помощи переключателя $П_2$.

Выпрямитель с кенотроном $Л_3$ выполнен по однополупериодной схеме. Конденсаторы C_{14}, C_{15} и сопротивление R_8 составляют фильтр выпрямителя. Для предотвращения излучения высокой частоты через кабель питания в цепь питания генератора включен высокочастотный фильтр, состоящий из дросселей $Др_2$, $Др_3$ и и конденсаторов C_{16}, C_{17}, C_{18} и C_{19}.

Детали и конструкция. Катушки L_1 и L_4 бескаркасные. Катушка L_1 индуктивностью 1,6 *мкгн* при длине намотки 12 и диаметре 16 *мм* состоит из 12 витков провода ПЭЛШО 0,85. Она крепится непосредственно на конденсаторе C_1. Катушка L_4 индуктивностью 0,22 *мкгн* при длине намотки 12 и диаметре 9 *мм* состоит из шести витков провода ПЭЛ 0,8. Она крепится на переключателе поддиапазонов. Катушки L_2 и L_3 намотаны на эбонитовых каркасах диаметром 10 *мм*. Они крепятся к экрану генератора. Катушка L_2 индуктивностью 1,88 *мкгн* при длине намотки 21 *мм* имеет 23 витка провода ПЭЛШО 0,61, а катушка L_3 индуктивностью 0,68 *мкгн* при длине 11 *мм* — 12 витков того же провода.

Дроссели высокой частоты $Др_1$, $Др_2$ и $Др_3$ намотаны на сопротивлениях типа ВС-1 (не менее 200 *ком*) проволокой ПЭЛШО 0,3 в один слой.

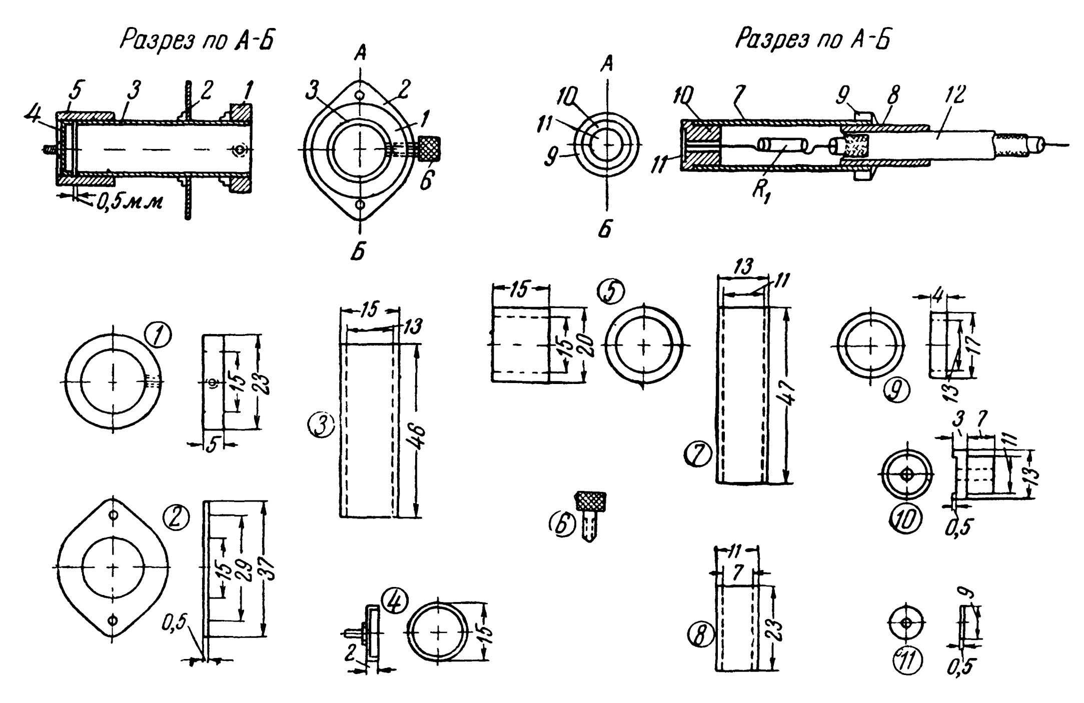
Конденсатор переменной емкости C_1 можно изготовить из воздушного подстроечного конденсатора путем удаления части пластин. Этот конденсатор и лампа $Л_1$ крепятся на Г-образной скобе.

Предельный емкостный аттенюатор состоит из двух медных или латунных трубок. Одна из них (неподвижная) крепится при помощи фланца к передней панели сигнал-генератора и имеет с одной стороны входную пластину, а с другой — стопорный винт. В эту трубку вставляется другая (подвижная) трубка с выходной пластиной. Внутри трубки помещено согласующее сопротивление R_1 (равное волновому сопротивлению кабеля). Затухание аттенюатора меняется путем изменения расстояния между его входной и выходной пластинами, т. е. выдвижением подвижной части аттенюатора. Конструкция аттенюатора приведена на фиг. 12.

Аттенюатор можно изготовить и из трубок другого диаметра, но не менее 10—12 *мм*. Относительные размеры для этого случая приводятся на фиг. 13.

Трансформатор модулятора $Тр_1$ имеет сердечник из пластин Ш-16 при толщине пакета 10 *мм*. Обмотка *I* состоит из 1 000 витков провода ПЭЛ 0,1, а обмотка *II* — из 700 витков ПЭЛ 0,12.

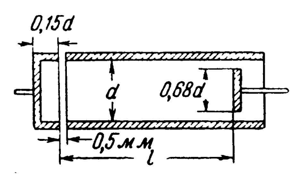
Силовой трансформатор $Тр_2$ собран из пластин Ш-20 при толщине пакета 30 *мм*. Обмотка *I* состоит из 770 + + 119 + 650 витков провода ПЭЛ 0,3, обмотка *II* — из 1 050 витков ПЭЛ 0,12 и обмотка *III* — из 45 витков ПЭЛ 0,8.



Фиг. 12. Устройство аттенюатора.

— кольцо стопорного винта; *2* — крепежное кольцо; *3* — трубка неподвижной части аттенюатора; *4* — входная пластина; *5* — изоляционная эбонитовая трубка; *6* — стопорный винт; *7* — трубка подвижной части аттенюатора; *8* — латунная трубка; *9* — фиксирующее кольцо; *10* — изоляционный (эбонитовый) вкладыш; *11* — выходная пластина; *12* — высокочастотный кабель.

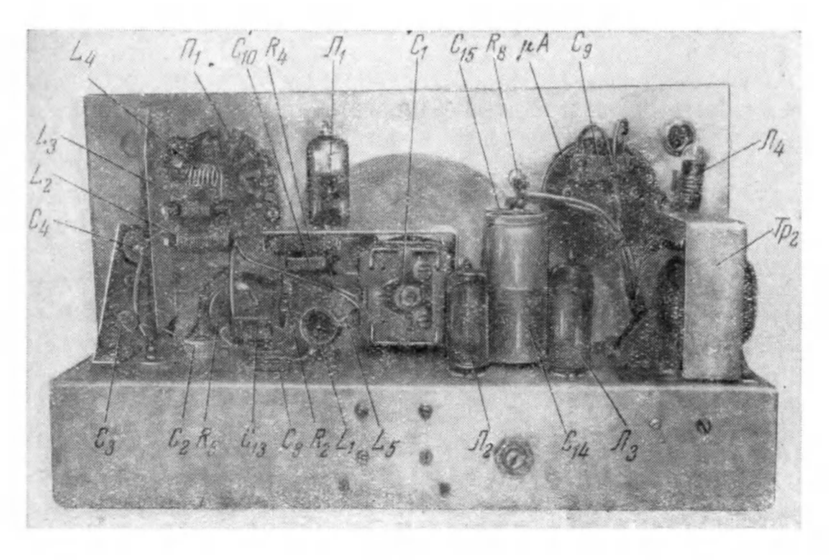
Сигнал-генератор монтируется на угловом шасси из мягкой листовой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Передняя панель имеет размеры 300×170 *мм*, а горизонтальная 250×120 *мм*. Прибор помещен в стальной кожух. На передней панели сигнал-генератора устанавливают аттенюатор ($C_4C_5C_6R_1$), верньерное устройство со шкалой, переключатель поддиапазонов $П_1$ и гнезда внешней модуляции *ВМ* с переключателем $П_2$. В левом верхнем углу крепится микроамперметр μA на 500 *мка*. Остальные детали укрепляют на горизонтальной части шасси. Высокочастотный фильтр в цепи питания сигнал-генератора помещен в экран 40×40×50 *мм*.



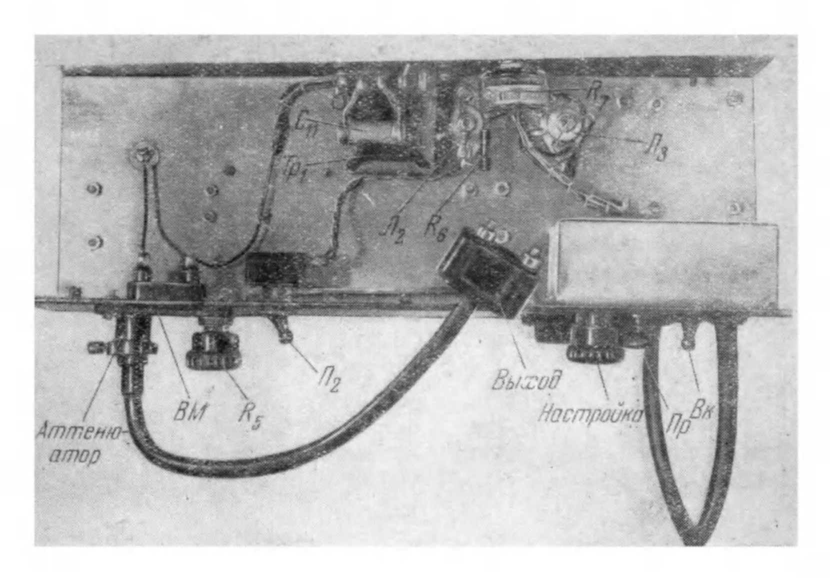
Фиг. 13. Относительные размеры для аттенюатора.

d — внутренний диаметр неподвижной трубки; *l* — расстояние между пластинами.

Расположение деталей УКВ сигнал-генератора и его монтаж показаны на фиг. 14 и 15, а вид его передней панели — на фиг. 16. При монтаже генератора нужно делать все соединительные провода короткими и жесткими, а блокировочные конденсаторы паять на шасси непосредственно у ламповых панелек.



Фиг. 14. Расположение деталей на шасси сигнал-генератора.



Фиг. 15. Вид на монтаж в подвале шасси.

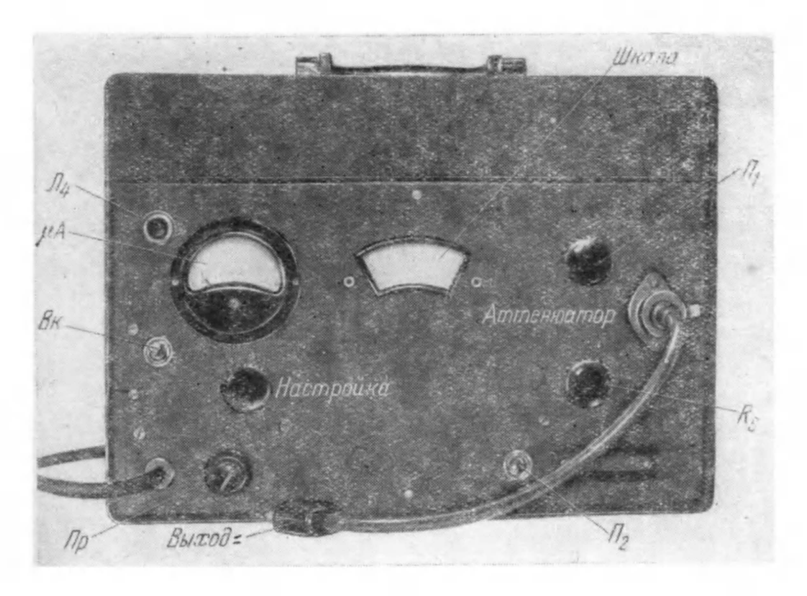
Для избежания наводок от генератора на аттенюатор между ними следует установить экран.

Налаживание. Проверив монтаж и режим ламп, приступают к испытанию высокочастотного генератора. Его работа проверяется на всех поддиапазонах по отклонению стрелки микроамперметра. Крайние частоты сигнал-генератора на каждом поддиапазоне проверяют при помощи резонансного волномера. В той части шкалы микроамперметра, где потенциометром R_5 можно установить стрелку прибора на любом поддиапазоне, делается отметка установки уровня выходного напряжения.

При полностью введенном аттенюаторе напряжение на выходе сигнал-генератора должно быть 0,5 *в*. При выдвижении подвижной трубки это напряжение уменьшается. Другие опорные точки на 0,1 *в*, 50 *мв*, 10 *мв*, 5 *мв*, 1 *мв*, 500 *мкв*, 100 *мкв* и 50 *мкв*, соответствующие затуханию 14, 20, 34, 40, 54, 60, 74 и 80 *дб*, подсчитываются по формуле

$$l^{\frac{\beta d}{41,8}},$$

где l — расстояние между пластинами аттенюатора, *мм*;



Фиг. 16. Передняя панель сигнал-генератора.

β — затухание, *дб*;

d — внутренний диаметр неподвижной трубки аттенюатора, *мм*.

Подсчитанные опорные точки (расстояния) наносятся на подвижную трубку аттенюатора и рядом с каждой из них гравируется значение выходного напряжения.

При калибровке выходного напряжения к выходным зажимам сигнал-генератора подключают ламповый вольтметр (например, типа ВКС-7). Аттенюатор должен быть полностью введен, а стрелка микроамперметра установлена потенциометром R_5 на отметку уровня. Модуляция при этом должна быть выключена. Подстроечным конденсатором C_2 устанавливается выходное напряжение, равное 0,5 *в* (по ламповому вольтметру). Если градуировка аттенюатора произведена правильно, то при выдвижении его подвижной части до второй отсчетной точки (затухание 14 *дб*) напряжение должно быть 0,1 *в*.

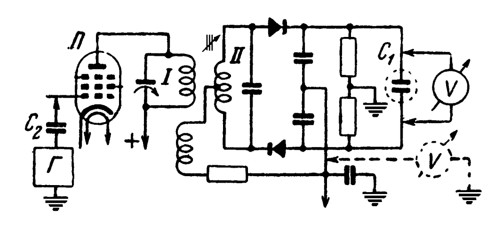
Градуировку сигнал-генератора лучше всего производить кварцевым калибратором.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

НАЛАЖИВАНИЕ УКВ ПРИЕМНИКОВ С ЧАСТОТНЫМ ДЕТЕКТОРОМ

Налаживание УКВ приемника ведется с такой же последовательностью, как и обычного радиовещательного приемника, т. е. сначала проверяют монтаж его схемы, режимы



Фиг. 17. Настройка дробного детектора.

ламп и усилитель низкой частоты. После этого настраивают частотный детектор, усилитель промежуточной частоты и преобразователь частоты.

Для настройки частотного дробного детектора нужен высокоомный вольтметр постоянного тока и генератор высокой частоты, применяемый для настройки радиовещательных приемников. Вольтметр *V* подключают к конденсатору C_1 (фиг. 17), а генератор *Г* через конденсатор C_2 (300—500 *пф*) — к управляющей сетке последней лампы *Л* усилителя промежуточной частоты. Частоту генератора устанавливают равной промежуточной частоте, а модуляцию выключают. Выходное напряжение генератора должно быть таким, чтобы напряжение на конденсаторе C_1 было около 0,5—1 *в*.

Вращая орган настройки (подстроечный конденсатор или сердечник) контура *I* фильтра, настраивают последний на промежуточную частоту по максимальному отклонению стрелки вольтметра. При этом напряжение на конденсаторе C_1 все время нужно поддерживать равным 0,5—1 *в*, уменьшая для этого выходное напряжение генератора.

Затем, не переключая вольтметра, следует приступить к настройке тракта промежуточной частоты. Для этого вы-

ход генератора через конденсатор в 300—500 *пф* подключают сначала к сетке предшествующей лампы усилителя промежуточной частоты, а потом — к сетке лампы преобразователя частоты. Настройка контуров промежуточной частоты производится тоже по максимальному показанию вольтметра. Если в тракте промежуточной частоты применена связь между обмотками фильтра больше критической, то до настройки фильтра обе его катушки нужно шунтировать сопротивлениями в 1—2 *ком.* Закончив настройку, эти сопротивления отключают.

После этого вольтметр подключают к выходу дробного детектора (на фиг. 17 показано штриховой линией) и настраивают контур *II* фильтра по нулевому показанию вольтметра.

Во время настройки дробного детектора и тракта промежуточной частоты установленная частота генератора не должна изменяться. При этом целесообразно выключить гетеродинный каскад приемника, закоротив его контур или вынув лампу.

Настроив тракт промежуточной частоты, приступают при помощи УКВ сигнал-генератора к настройке контура гетеродина приемника, которая сводится к правильной установке рабочего диапазона частот. Для этого аттенюатор УКВ сигнал-генератора подключают через эквивалент антенны на вход приемника (подаваемое напряжение должно быть порядка нескольких милливольт).

Сначала на сигнал-генераторе устанавливают нижнюю частоту диапазона и выключают внутреннюю модуляцию. В приемнике подстроечный конденсатор ставят в среднее положение, а конденсатор контура гетеродина — в положение максимальной емкости.

Настройка контура определяется по высокоомному вольтметру постоянного тока, подключенному к детекторному каскаду (фиг. 17). Раздвигая витки катушки гетеродина или изменяя число ее витков, нужно добиться максимального показания вольтметра (напряжение на вольтметре при этом следует поддерживать равным 0,5—1 *в* путем изменения аттенюатором напряжения от сигнал-генератора).

Затем на сигнал-генераторе устанавливают верхнюю частоту принимаемого диапазона, а конденсатор контура гетеродина полностью выводят. Изменяя емкость подстроечного

конденсатора, настраивают контур гетеродина на этой частоте также по максимальному показанию вольтметра.

После этого гетеродин проверяется и подстраивается на нижней частоте рабочего диапазона, затем снова на верхней частоте и т. д., т. е. последовательной подстройкой крайних частот диапазона несколько раз настраивают контур гетеродина на нужный диапазон частот.

Если контур гетеродина настраивается не конденсатором переменной емкости, а металлическим сердечником, то подстройку на нижней частоте производят путем перемещения катушки по каркасу и изменения расстояния между ее витками при среднем положении подстроечного конденсатора и выведенном сердечнике. На верхней частоте диапазона гетеродин настраивают подстроечным конденсатором.

После настройки контура гетеродина приступают к настройке входного контура приемника.

Если в УКВ приемнике применены конденсаторы переменной емкости, то настройка его входного контура ничем не отличается от настройки коротковолнового диапазона радиовещательного приемника.

Входной контур с металлическим сердечником настраивают так же, как и контур гетеродина, но настройку производят не на крайних частотах диапазона, а несколько отступя от них (для получения более равномерного коэффициента передачи напряжения по диапазону частот).

В портативных приемниках иногда используется детекторный каскад с расстроенным колебательным контуром. В этом случае при помощи сигнал-генератора сначала настраивают все контуры промежуточной частоты и контур детектора на промежуточную частоту. Затем снимают частотную характеристику усилителя промежуточной частоты, выбирают на ее прямолинейном участке спада рабочую точку и перестраивают контур детектора на частоту в этой точке.

При налаживании сверхрегенеративного приемника к его входу через эквивалент антенны подключают УКВ сигнал-генератор, а на его выходе включают вольтметр или головные телефоны. Приемник настраивают по максимальному выходному напряжению или по наибольшей громкости сначала на нижнюю, а затем (подстроечным конденсатором) на верхнюю частоту рабочего диапазона.

НАЛАЖИВАНИЕ УКВ ПРИЕМНИКОВ С АМПЛИТУДНЫМ ДЕТЕКТОРОМ

Проверив монтаж и режим ламп и убедившись в исправной работе усилителя низкой частоты, приступают к настройке усилителя промежуточной частоты. Для этого генератор ГСС-6 (или какой-либо другой) с включенной внутренней модуляцией через конденсатор в 300—500 *пф* подключают к сетке лампы преобразователя частоты и по максимальному выходному напряжению приемника настраивают контуры промежуточной частоты.

Настройка входных цепей и гетеродина производится так же, как и в приемнике с частотным детектором. При налаживании гетеродина целесообразно использовать резонансный волномер, поднося который к контуру гетеродина, можно по резонансной настройке определить его частоту.

Чувствительность приемника проверяется УКВ сигнал-генератором и оценивается по величине э. д. с. в приемной антенне, необходимой для получения на выходе приемника 0,1 его выходной мощности. На вход приемника через эквивалент антенны подается от сигнал-генератора напряжение высокой частоты. На приемнике устанавливается нужная частота, а регулятор громкости ставится в положение максимального усиления.

Выходное испытательное напряжение приемника подсчитывается по формуле

$$U_{исп} = 0{,}1 \sqrt{PZ},$$

где P — выходная мощность приемника;
Z — полное сопротивление звуковой катушки динамического громкоговорителя.

Параллельно звуковой катушке динамического громкоговорителя подключают измеритель выхода (например, типа ИВ-4) и при помощи аттенюатора добиваются выходного напряжения приемника, равного $U_{исп}$. Тогда величина напряжения от сигнал-генератора, отсчитанная по делениям аттенюатора, и будет характеризовать чувствительность данного приемника. Если приемник имеет только телефонный выход, то $U_{исп}$ берется в пределах 0,5—1 *в* и измеритель выхода подключается параллельно головным телефонам.

После проверки чувствительности приемника проверяют его избирательность.

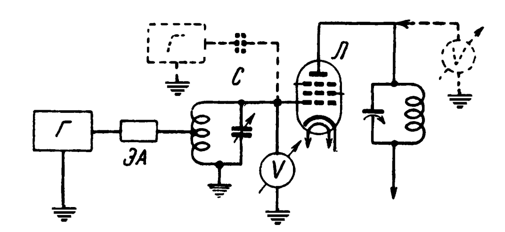
Избирательность приемника по соседнему каналу определяется как ослабление его чувствительности к сигналу, отличающемуся по частоте на ± 250 *кгц* от частоты настройки. При измерении этого параметра приемник настраивают на сигнал нужной частоты и аттенюатором сигнал-генератора устанавливают $U_{исп}$, соответствующее чувствительности приемника на этой высоте. После этого изменяют частоту сигнал-генератора на $+250$ *кгц*, а затем на -250 *кгц* от резонанса и, увеличивая напряжение от сигнал-генератора, добиваются на выходе приемника того же $U_{исп}$. Отношение напряжений от сигнал-генератора при настройке на ± 250 *кгц* к напряжению при резонансе и выражает избирательность приемника по соседнему каналу.

Избирательность приемника по зеркальному каналу характеризует степень уменьшения чувствительности приемника к сигналу, отличающемуся по частоте от частоты настройки на удвоенную величину промежуточной частоты. При измерении этого параметра (измеряется на верхней частоте поддиапазона) приемник настраивают на основной канал и добиваются выходного напряжения, равного $U_{исп}$. После этого сигнал-генератор перестраивают на зеркальный канал и на этой частоте добиваются того же выходного напряжения. Отношение напряжения от сигнал-генератора при настройке на зеркальный канал к напряжению при резонансе и является показателем ослабления сигнала по зеркальному каналу. Отметим, что если частота гетеродина выше (или ниже) принимаемой частоты, то зеркальный канал будет выше (или ниже) основного канала на две промежуточные частоты.

Пользуясь ламповым вольтметром и УКВ сигнал-генератором, можно проверить коэффициент передачи напряжения входной цепи и усиление отдельных каскадов приемника.

При проверке коэффициента передачи напряжения входной цепи УКВ сигнал-генератор *Г* подключают через эквивалент антенны *ЭА* на вход приемника, а ламповый вольтметр *V* — к сетке лампы *Л* (фиг. 18). Установив на аттенюаторе напряжение 0,5 *в* и настроив входной контур на ча-

стоту сигнал-генератора, отмечают показание на ламповом вольтметре. Отношение напряжения на контуре (сетке лампы) к напряжению на входе приемника и будет коэффициентом передачи напряжения входной цепи.



Фиг. 18. Проверка коэффициента передачи входной цепи и усиления отдельных каскадов приемника.

Если ламповый вольтметр *V* подключить к аноду лампы усилителя, а сегнал-генератор *Г* соединить через конденсатор *С* в 100—200 *пф* с управляющей сеткой этой лампы (на фиг. 18 указано пунктиром) и настроить генератор на частоту анодного контура, то по отношению напряжений можно определить коэффициент усиления каскада.

НАЛАЖИВАНИЕ УКВ ПЕРЕДАТЧИКОВ

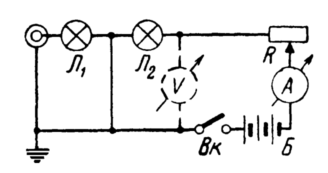
Налаживание простых УКВ передатчиков сводится главным образом к подгонке длины волны, проверке мощности и подбору оптимальной связи с антенной.

Длину волны передатчика можно определить резонансным волномером. Связь волномера с контуром передатчика при этом должна быть слабой, чтобы не изменилась частота колебаний.

Более точно длину волны можно определить кварцевым калибратором, но и в этом случае необходим резонансный волномер, так как при работе с калибратором приходится пользоваться высокими гармониками кварца, вследствие чего возможна ошибка отсчета номера гармоники, и чтобы этого избежать, резонансным волномером проверяется каждая градуируемая точка.

При градуировке кварцевым калибратором (фиг. 9) в его гнездо *А* вставляют кусок провода и подносят калибра-

тор к передатчику. В калибраторе выключают модулятор, переключают кварц на «1 *мггц*» и подключают головные телефоны *Т*. При изменении частоты передатчика в телефонах будут прослушиваться биения между колебаниями передатчика и гармониками кварцевого генератора. Градуировка производится с интервалами в 1 *мггц* по нулевым биениям. Интенсивность биений подбирается величиной связи калибратора с передатчиком и потенциометром R_6.



Фиг. 19. Принципиальная схема фотометра для определения мощности передатчика.

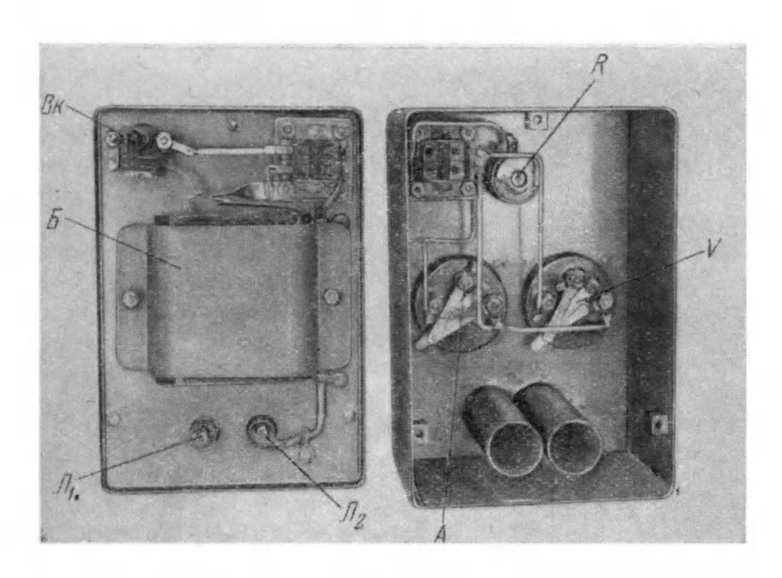
После этого переключатель *П* ставят в положение «100 *кгц*» и градуируют точки на шкале передатчика с интервалами в 100 *кгц*. Интенсивность биений в этом случае будет меньше, чем при градуировке через 1 *мггц*, и связь передатчика с калибратором следует увеличить.

Для того чтобы во время градуировки не ошибиться в отсчете номера гармоники кварца (при отсутствии резонансного волномера), можно первую опорную точку определить при помощи внешнего кварца, который вставляют в гнезда *Кв* калибратора. Внешний кварц выбирается порядка нескольких мегагерц, и его гармоника должна попадать в рабочий диапазон частот передатчика.

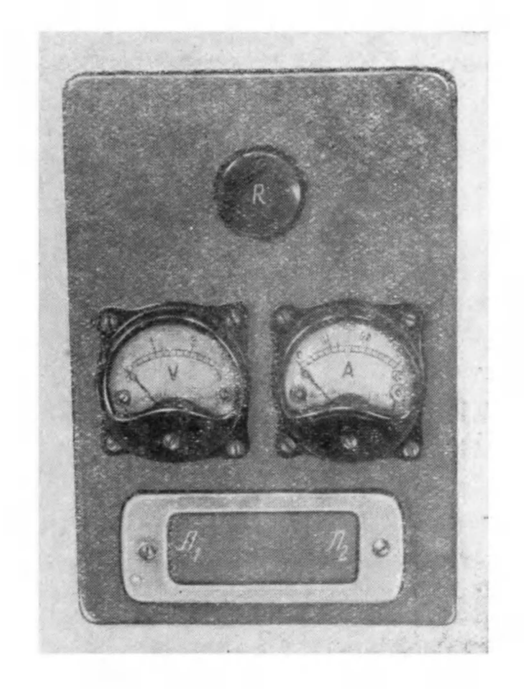
Мощность передатчика можно определить ориентировочно лампочкой от карманного фонаря, подключив ее к выходу передатчика (к катушке связи). При этом с лампочки рекомендуется удалить цоколь, чтобы исключить паразитную емкость, шунтирующую нить накала. По интенсивности свечения лампочки и, зная ее параметры, примерно определяют мощность передатчика.

Более точно мощность передатчика определяется фотоэлектрическим ваттметром, принципиальная схема которого приведена на фиг. 19.

Монтаж этого прибора показан на фиг. 20, а его внешний вид — на фиг. 21. В металлическую коробку, имеющую матовое стекло, помещены две одинаковые лампочки накаливания $Л_1$ и $Л_2$. Они расположены строго одинаково относительно матового стекла и заключены в две трубки. В верхней части коробки помещены вольтметр *V* и амперметр *A* (постоянного тока), при помощи которых контролируется мощность, потребляемая от батареи *Б* лампочкой $Л_2$. Сте-



Фиг. 20. Монтаж фотометра.



Фиг. 21. Вид лицевой панели фотометра.

пень освещенности матового стекла этой лампочкой регулируется реостатом R.

При измерении мощности передатчика лампочку $Л_1$ включают в цепь высокой частоты, а лампочку $Л_2$ — в цепь батареи $Б$. Реостатом R устанавливают одинаковую освещенность обеих половин матового стекла и по показанию приборов подсчитывают мощность по формуле $P=UI$.

Мощность передатчика можно определить и путем измерения напряжения на известном сопротивлении нагрузки, в качестве которой удобно использовать сопротивления типа ВС нужного номинала. Нагрузку рекомендуется составить из двух сопротивлений, так как вольтметр (ламповый) из-за его относительно большой входной емкости лучше подключить не ко всему нагрузочному сопротивлению, а только к части нагрузки. Мощность передатчика в этом случае подсчитывается по формуле

$$P=\frac{U^2 R_н}{R^2},$$

где U — действующее значение напряжения на измеряемой части нагрузки;

R — сопротивление части нагрузки;

$R_н$ — сопротивление всей нагрузки.

Подбор оптимальной связи антенны с контуром генератора производится следующим образом. Включив передатчик и настроив его на нужную частоту, проверяют настройку его анодного контура по минимальному анодному току лампы или по максимальному сеточному току. При включении миллиамперметра в разрыв цепи анода или сетки лампы его необходимо блокировать конденсатором в 500—1 000 *пф*. В разрыв ввода антенны включают высокочастотный миллиамперметр и по максимальному показанию этого прибора устанавливают оптимальную связь антенны с контуром передатчика.

Вместо высокочастотного миллиамперметра можно пользоваться лампочкой от карманного фонаря, отделив ее от цоколя и включив в разрыв ввода антенны. Настройку антенны в этом случае производят по максимальному свечению лампочки.

Следует указать, что после изменения связи с антенной происходит небольшая расстройка контура передатчика и его необходимо еще раз подстроить по анодному или сеточному току. После настройки лампочку надо закоротить.

Проще и быстрее можно настроить антенну передатчика и подобрать элементы антенны (удлинительную катушку или укорачивающий конденсатор) при помощи индикатора напряженности поля. Для этого индикатор относят от антенны передатчика на 5—10 *м* и по показанию прибора индикатора настраивают антенну.

Индикатором напряженности, кроме того, можно снять характеристику направленности антенны передатчика. Для этого передатчик с антенной выносится на открытую местность так, чтобы окружающие предметы заметно не влияли на характеристику излучения антенны. Индикатор напряженности поля переносится по кругу радиусом 100—200 *м* с центром в месте расположения передающей антенны, сама же окружность разбивается на 10—20 равных частей. Напряженность поля измеряется в каждой из этих точек и оценивается по десятибалльной системе. На основании измерений строится характеристика направленности данной антенны.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 75 коп.